

# **SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBON RENDAH DENGAN PERLAKUAN *CARBURIZING* ARANG BAMBU**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat menyelesaikan Program Studi Strata I Pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**OLEH :**

**MUHAMMAD RIZQI KARIM**

**D200120035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBON RENDAH DENGAN PERLAKUAN**  
***CARBURIZING* ARANG BAMBU**

**PUBLIKASI ILMIAH**

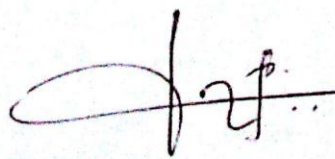
Oleh :

**Muhammad Rizqi Karim**

**D 200 120 035**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by a horizontal line and some smaller, less distinct characters.

**Ir. Supriono, MT, Ph.D**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**JUDUL NASKAH PUBLIKASI ILMIAH MAHASISWA**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**OLEH**

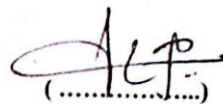
**MUHAMMAD RIZQI KARIM**

**D 200 120 035**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada Hari Selasa, 11 April 2017  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
Dewan Penguji

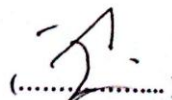
1. Ir. Supriyono, M.T, Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)

  
(.....)

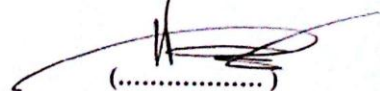
2. Ir. Sunardi Wiyono, MT.

(Anggota I Dewan Penguji)

  
(.....)

3. Wijianto, ST, M.Eng.Sc.

(Anggota II Dewan Penguji)

  
(.....)

Dekan

  
**Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D**



#### PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Makalah Publikasi dengan judul **“SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBON RENDAH DENGAN PERLAKUAN CARBURIZING ARANG BAMBU”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 11 April 2017

Yang menyatakan



**Muhammad Rizqi Karim**  
**D 200 120 035**

## SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBON RENDAH DENAN PERLAKUAN CARBURIZING ARANG BAMBU

### ABSTRAK

Pack carburizing merupakan metode karburisasi yang paling sederhana, yaitu menggunakan serbuk arang sebagai penambahan unsur Karbon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat-sifat dari baja, baik sifat fisis maupun sifat mekanis setelah mengalami proses pack carburizing dengan bahan karbon arang bambu.

Pemilihan bahan dilakukan dengan cara menguji baja lunak (mild steel)  $< 0,3\%$  C, sebagai raw material dengan alat Optical Emission Spectrometer. Specimen bersama campuran arang bambu dan  $\text{NaCO}_3$  dimasukkan dalam gerabah, kemudian dipanaskan dalam dapur pemanas (furnace) pada temperatur  $980^\circ\text{C}$  dengan waktu penahan selama 2 jam. Specimen hasil pack carburizing diuji kekerasannya dengan metode micro Vickers menggunakan alat Micro Hardness Tester, sebanyak 9 titik. Untuk pengamatan struktur mikro digunakan alat Inverted Metallurgical Microscope.

Hasil pengujian komposisi kimia unsur yang paling banyak setelah besi ( $\text{Fe} = 98,83\%$ ) adalah mangan ( $\text{Mn} = 0,264\%$ ), unsur mangan ( $\text{Mn}$ ) kurang dari  $8,0\%$ , sehingga raw material ini termasuk dalam baja paduan rendah. Hasil pengamatan struktur mikro raw material lebih banyak kristal ferrit dibandingkan kristal perlit. Sedangkan struktur mikro pack carburizing 2 jam dengan menggunakan media arang bambu lebih banyak kristal perlit dibandingkan ferrit. Hal ini menunjukkan bahwa benda kerja baja mengalami peningkatan nilai kekerasan setelah mengalami proses carburizing. Hasil pengujian kekerasan pada raw materials memiliki nilai kekerasan Vickers rata-rata sebesar 183.817 VHN. Sedangkan kekerasan rata-rata benda setelah mengalami proses carburizing dengan media arang bambu sebesar 219.085 VHN. Jadi benda kerja setelah di carburizing mengalami peningkatan kekerasan sebesar  $19,18\%$

**Kata kunci :** Baja lunak, Pack Carburizing, Arang bambu

### ABSTRACT

*Pack carburizing carburizing is the simplest method, which uses charcoal powder as the addition of the element carbon. The purpose of this study was to determine changes in the properties of steel, good physical properties and mechanical properties after a pack carburizing process with carbon materials bamboo charcoal.*

*Material selection is done by testing the soft steel (mild steel)  $< 0.3\%$  C, as a raw material by means of Optical Emission Spectrometer. Specimen together with a mixture of bamboo charcoal and  $\text{NaCO}_3$  inclusion in pottery, kitchen and heated in a heater (furnace) at a temperature of  $980^\circ\text{C}$  with a brace for 2 hours. Specimen results carburizing pack tested micro Vickers hardness method using a Micro Hardness Tester, a total of 9 points. To use the tool microstructure observation Inverted Metallurgical Microscope.*

*Results of testing the chemical composition of the most widely element after iron ( $\text{Fe} = 98.83\%$ ) is manganese ( $\text{Mn} = 0.264\%$ ), manganese ( $\text{Mn}$ ) is less than  $8.0\%$ , so that the raw material is included in the low alloy steel. The observation of micro structure more raw material than crystal crystal ferrite pearlite. While microstructure pack carburizing 2 hours using bamboo charcoal media more than ferrite pearlite crystals. This shows that the steel workpiece to increase the hardness after a carburizing process. Results of hardness testing on raw materials has a Vickers hardness value of an average*



*of 183.817 VHN. While the average hardness of objects after a carburizing process with bamboo charcoal media amounted to 219.085 VHN. So workpieces after carburizing increased violence by 19.18%*

**Keywords :** *soft steel, Pack Carburizing, bamboo charcoal*

## **1.PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Logam adalah salah satu material yang banyak berperan di dalam dunia industri seiring perkembangan jaman dan ilmu pengetahuan saat ini menuntut tersedianya suatu material yang memiliki kualitas yang tinggi. Baja karbon rendah adalah jenis logam yang banyak digunakan karena baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi tapi kekerasan dan keausanya rendah. Baja ini tidak dapat dikeraskan dengan cara konvensional karena kadar karbonnya yang rendah, sehingga perlu dilakukan proses *carburizing*.

.Proses *carburizing* sendiri didefinisikan sebagai suatu proses penambahan kandungan unsur karbon (C) pada permukaan baja. Proses *carburizing* yang tepat akan menambah kekerasan permukaan sedang pada bagian dalam tetap ulet. Baja biasanya dijual dalam bentuk baja padat, baik dalam bentuk plat, lonjoran, batangan maupun profil. Menaikkan maupun menurunkan prosentase unsur karbon dari baja padatan tidak semudah dalam keadaan cair, salah satu cara yaitu dengan proses *carburizing*. *Carburizing* tidak mampu merubah komposisi karbon secara menyeluruh dari material yang diproses, namun pada daerah kulit atau permukaan baja akan berubah signifikan. Selain dari itu ada hal yang perlu diperhatikan sebelum memulai proses pengarbonan (*carburizing*), yaitu komposisi kimia khususnya perubahan unsur karbon C akan dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat mekanik baja tersebut. Proses karburasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu waktu penahanan atau lamanya proses karburasi, temperatur pemanasan, media karburasi dan lamanya proses pendinginan. Untuk media karburasi, penggunaan prosentase bahan

karbon aktif dan bahan kimia yang berfungsi sebagai energize akan menghasilkan kekerasan yang berbeda pada baja.

## **1.2 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah Baja karbon rendah  $< 0,3\% \text{ C}$ .
2. Proses penambahan Karbon menggunakan metode pack *carburizing* dari arang bambu pada temperatur  $980^{\circ} \text{C}$  dengan penahanan waktu 2 jam serta pendinginan udara .
3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, pengamatan struktur mikro dan uji kekerasan mikro vickers.

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk Mengetahui pengaruh pengarbonan terhadap sifat fisis baja rendah dengan perlakuan *carburizing* arang bambu .
2. Untuk mengetahui kedalaman kekerasan baja karbon rendah sebelum dan sesudah proses *carburizing* arang bambu

## **2. METODE**

### **2.1 Alat dan Bahan penelitian**

#### **2.1. Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

- a. Material dasar (raw material)
- b. Arang Bambu
- c. *Natrium karbonat* ( $\text{NaCO}_3$ )

#### **2.1. Alat penelitian**

- a. Gerabah
- b. *Electrical Discharger mechine* (EDM)
- c. Timbangan

- d. Mesin gergaji
- e. Autosol
- f. Mesin pengamplas

## **2.1 . Alat pengujian**

- a. *Optical Emission Spectrometer* uji komposisi kimia (ASTM E 415)
- b. *inverted metallurgical microscope* uji struktur micro (ASTM E 3)
- c. *Micro hardness tester* uji kekerasan vikers (ASTM E 384)

## **2.1. Lokasi Penelitian**

Penelitian dan pengujian dilaksanakan di 2 tempat yang berbeda yaitu:

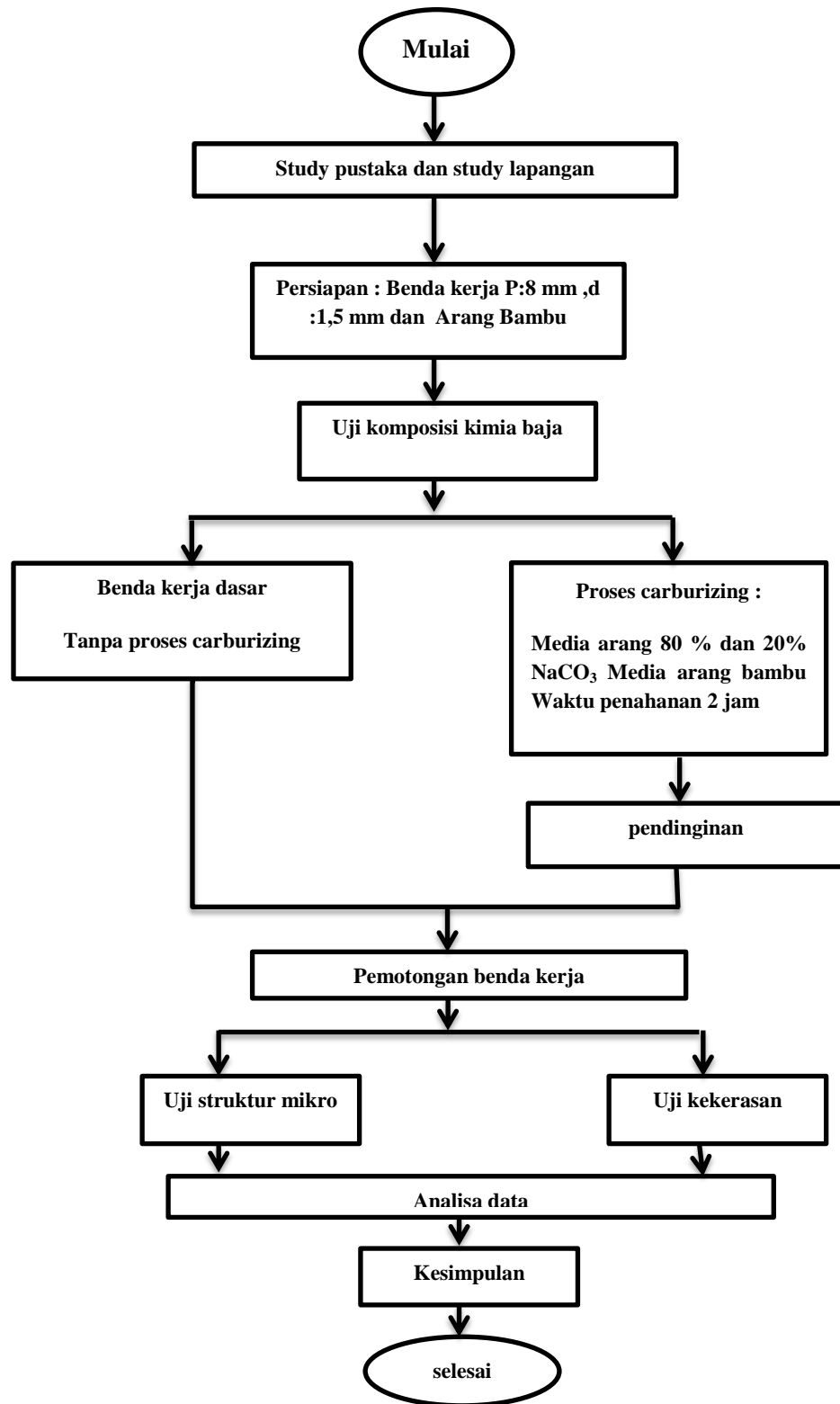
- a. Laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten
- b. Laboratoruim Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

## **2.1 Proses *Carburizing***

- a. Sebelum di *carburizing* spesimen dibersihkan dari kotoran dan karat yang melekat.
- b. Mempersiapkan arang bambu dalam bentuk serbuk dan bahan kimia  $\text{NaCO}_3$ .
- c. Mencampur serbuk arang bambu dengan  $\text{NaCO}_3$  dengan prosentase 80% arang dan 20%  $\text{NaCO}_3$ .
- d. Spesimen dimasukan ke dalam wadah yang terisi caampuran serbuk arang bambu dan  $\text{NaCO}_3$  kemudian ditutup.
- e. Wadah yang telah diisi spesimen dimasukan kedalam *Furnace* sampai suhu  $980^0 \text{ C}$ ,kemudian ditahan dengan waktu 2 jam.
- f. Setelah 2 jam mesin *furnace* dimatikan dan menunggu benda kerja dingin menggunakan pendinginan udara didalam *furnace*.



## 2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian komposisi kimia.

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan mesin spektrum komposisi kimia *Optical Emission Spectrometer* dan memberikan hasil pembacaan secara otomatis kandungan komposisi kimia pada material dasar yang ditunjukkan Tabel 3.1

**Tabel 3.1 uji komposisi kimia**

UNSUR	KOMPOSISI	UNSUR	Komposisi
Fe	98.83	Mo	0.022
C	0.170	Cu	0.071
Si	0.235	Pb	0.0029
Mn	0.264	V	0.089
P	0.008	Ti	0.003
S	0.012	Nb	0.016
Ni	0.000	Al	0.026
Cr	0.040	W	0.000

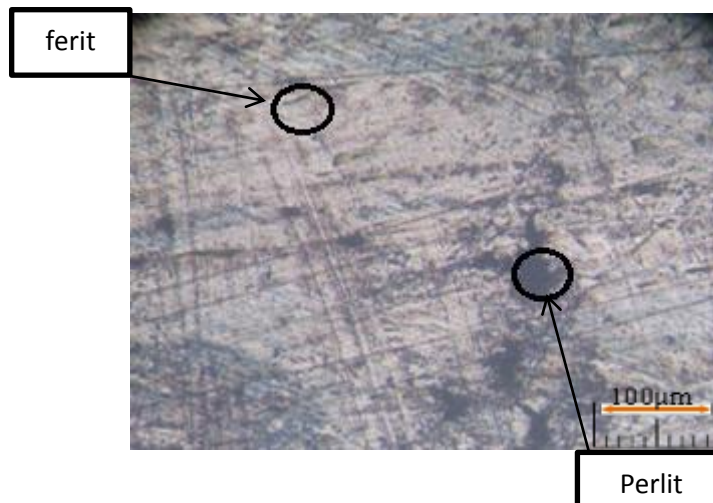
#### Pembahasan pengujian komposisi kimia

Dari hasil pengujian komposisi baja material terlihat bahwa jumlah unsur yang paling banyak setelah besi (98.83%) adalah mangan (Mn= 0.264%), sedangkan beberapa unsur lain terlihat seperti Si, Ni, Cu, C, Cr terdapat pula didalamnya dengan prosentase kecil dibawah prosentase mangan. Jumlah unsur mangan (Mn) sebagai paduan khusus pada material tersebut

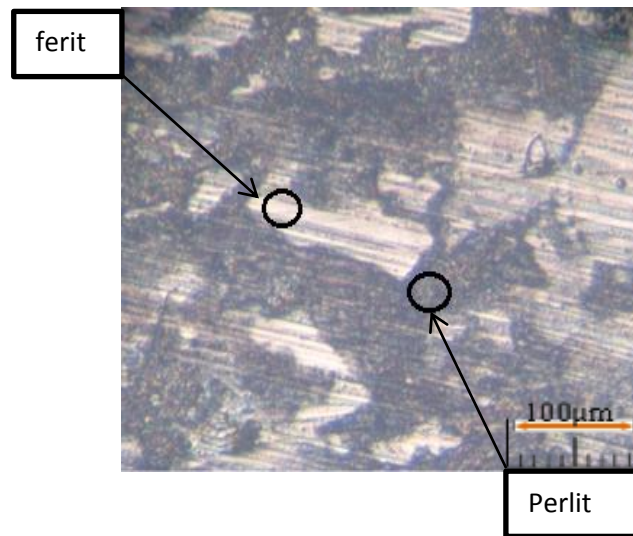
kurang dari 8.0%, sehingga raw material ini termasuk dalam baja paduan rendah.

### 3.2 Pengujian struktur micro

Dari pengujian struktur mikro dengan menggunakan *Olympus Metallurgical Microscopes* diperoleh gambar struktur mikro *raw material*, Terlihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3.1** struktur mikro raw material



**Gambar 3.2** Struktur mikro setelah *carburizing* dengan penahanan 2 jam

### **Pembahasan pengujian struktur mikro setelah normalizing**

Nampak pada pengujian struktur mikro pada raw material lebih banyak kristal ferrit dibandingkan kristal perlit. Kristal ferrit yang mempunyai sifat lunak lebih banyak mendominasi struktur baja. Sementara kristal perlit berada diantaranya dengan jumlah lebih sedikit. Perlit yang mempunyai sifat lebih keras dibandingkan ferrit menempati posisi yang tidak teratur. Hal ini juga menyebabkan pengukuran kekerasan bila mengenai kristal ferrit akan ditemukan harga yang lebih rendah. Pada spesimen pack carburizing dengan waktu penahan 2 jam terdapat perlit lebih banyak dari pada ferrit karena pada spesimen ini telah dilakukan proses penambahan karbon.

### 3.3 Hasil pengujian kekerasan

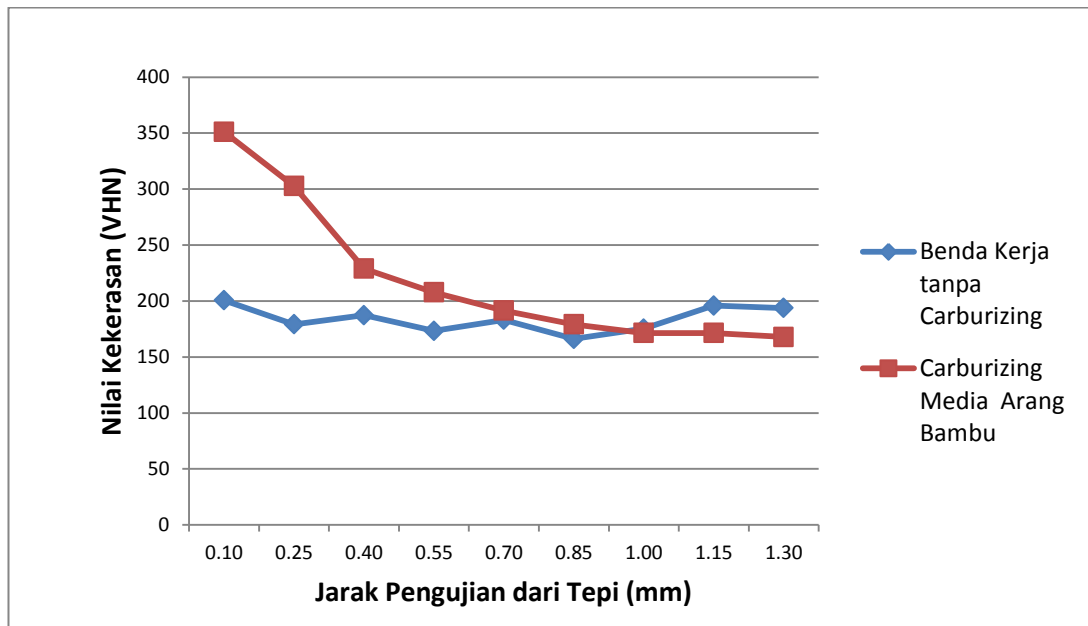
**Tabel 3.2 Harga kekerasan spesimen Raw Material**

1.

No.	Jarak dari tepi (mm)	d1 ( $\mu\text{m}$ )	d2 ( $\mu\text{m}$ )	d rata- rata ( $\mu\text{m}$ )	Kekerasan (VHN)
1	0.10	43	43	43	200.541
2	0.25	46.0	45.0	45.5	179.109
3	0.40	45.0	44.0	44.5	187.249
4	0.55	47.0	45.5	46.25	173.347
5	0.70	45.5	44.5	45	183.111
6	0.85	47.5	47.0	47.25	166.087
7	1.00	46.5	45.5	46	175.236
8	1.15	44.0	43.0	43.5	195.957
9	1.30	44.0	43.5	43.75	193.724

**Tabel 3.3** nilai kekerasan benda proses di *carburizing* 2 jam dengan arang Bambu.

No	Jarak dari tepi (mm)	d1 ( $\mu\text{m}$ )	d2 ( $\mu\text{m}$ )	d rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	Kekerasan (VHN)
1	0.10	32	33	32.5	351,050
2	0.25	35	35	35	302,690
3	0.40	40	40.5	40.25	228,880
4	0.55	41.5	43	42.25	207,720
5	0.70	44	44	44	191,520
6	0.85	45	45.5	45.5	179,100
7	1.00	46	47	46.5	171,480
8	1.15	47	46	46.5	171,480
9	1.30	47	47	47	167,850



**Gambar 3.3 Perbandingan kekerasan benda kerja waktu penahanan 2 jam**

Dari tabel 3.3 dan gambar 3.3 dapat dilihat hasil dari proses carburizing dengan media arang bambu dengan waktu penahanan 2 jam nilai kekerasan permukaannya sebesar 351,050 VHN. Pada benda kerja yang tidak dilakukan carburizing nilai kekerasannya sebesar 200,541 VHN. Apabila dibandingkan nilai kekerasan kedua benda kerja tersebut nilai kekerasan yang lebih tinggi terdapat pada benda kerja yang dicarburizing dengan arang bambu. Hal ini disebabkan oleh masuknya atom karbon ke dalam struktur baja. Atom karbon yang masuk dari tepi terlarut ke bagian dalam akan diikuti oleh atom-atom karbon yang lain. Peristiwa ini berlangsung terus menerus selama proses pack carburizing sampai pada waktu carburizing dihentikan dan atom karbon terdepan akan berhenti. Kondisi ini akan berakibat lebih banyak atom karbon yang berada di bagian tepi daripada di bagian dalam struktur baja. Pada benda kerja setelah dicarburizing mulai terjadi penurunan harga kekerasan secara signifikan dititik ke 3 dengan nilai kekerasan sebesar 228,880



VHN, penurunan harga kekerasan ini disebabkan karena pengaruh difusi karbon yang masuk kedalam material setelah dilakukan proses pack carburizing. Pendinginan secara menerus di dalam tungku juga mempengaruhi kekerasan pada material sesudah proses pack carburizing, terlihat harga kekerasan material dasar jauh lebih tinggi dibandingkan material sesudah proses pack carburizing mulai dari titik ke-7 dan titik ke 9 karena mulai titik-titik tersebut struktur mikronya hampir sama dengan struktur mikro material dasar yaitu didominasi kristal ferit. Dari data di atas nilai kekerasan lebih tinggi benda kerja yang di carburizing dengan waktu penahanan 2 jam yaitu sebesar 351,050 VHN dengan nilai rata rata kekerasan material sebesar 219,085 VHN dibandingkan dengan nilai kekerasan Raw material sebesar 200,541 VHN dengan nilai rata rata kekerasan material sebesar 183,817 VHN.

#### **4.PENUTUP**

##### **4.1 KESIMPULAN**

Setelah melakukan penelitian dan analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian struktur mikro raw material lebih banyak kristal ferrit dibandingkan kristal perlit. Sedangkan struktur mikro *pack carburizing* 2 jam dengan menggunakan media arang bambu lebih banyak kristal perlit dibandingkan ferrit. Hal ini menaunjukkan bahwa benda kerja baja mengalami peningkatan nilai kekerasan setelah mengalami proses *carburizing*.
2. Dengan proses Carburizing arang bambu nilai kekekerasan benda kerja pada kedalaman 0,10 mm sebesar 351,050 VHN, tetapi pada titik 8 dan 9 pada kedalaman 1,15 mm dan 1,30 mm benda kerja yang di carburizing mempunyai nilai kekerasan 171,480 VHN dan 167,850 VHN. Hal ini disebabkan oleh Atom karbon yang masuk

dari tepi terluar ke bagian lebih banyak atom karbon yang berada dibagian tepi dari pada dibagian dalam struktur baja.

#### **4.2 SARAN**

Setelah melakukan penelitian ini penulis memberikan saran yang bisa dijadikan pertimbangan yaitu :

1. Dalam pemilihan bahan agar diperhatikan kondisi pasaran agar bahan pengujian mudah didapat.
2. Pada wadah spesimen supaya tidak terjadi proses oksidasi yang berlebihan dengan udara luar, maka wadah untuk proses carburizing harus tertutup dengan rapat.
3. Dalam persiapan pengujian struktur micro dan kekerasan sebaiknya benda uji diperhatikan kerataanya dan kehalusanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akay, S.K., Yazici, M., Avinic, A., 2008. The Effect of Heat Treatment on Phisiccal Properties of Low Carbon Steel, Proceeding of Romanian Academy SeriesA, Vol 10.
- Amstead, B.H., Ostwald, P.F., dan Begeman, M.L., 1995, *Teknologi Mekanik* Jilid 1, Edisi Ketujuh, terj. Djaprie S., Erlangga, Jakarta.
- ASTM, E 3–01, *Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens*, American Society for Testing and Materials, Conshohocken, Philadelphia.
- ASTM, E 415–95, *Standards Test Method for Optical Emmision Vacuum Spectrometric Analisis of Carbon and Low–Alloy*, American Society for Testing and Materials, Conshohocken, Philadelphia.
- ASTM, E 384, *Standard test method for knop and vikers hardness of material* , AmericanSociety for Testing and Materials, Conshohocken, Philadelphia.
- Aziz C.2008 “*Pengaruh Ketebalan Media Karburasi Pada Proses Pack Karburizing adap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah*” Tugas Akhir S1,Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret,Surakarta.
- Budiski ,K.G, and Budinski, M.K,1999, *engginering materials*, 6 Edition,prentice –hall inc,New jersey.
- Clack, D.S, Varney W.R,1962, *Physical metalurgy For engginering*, D.Van nostrand /company,INC.
- Nurharyanto,Anwar.2008 “ *Pengaruh Media Carburizing arang sekampadi dan sekampadi dan tempurung kelapa terhadap nilai kekerasan baja karbon* ” Tugas akhir S1Teknik mesin Universitas Sebelas Maret,Surakarta.

Oggo, D.U.I, Ette, E.O and Iyorchir, A.I, 1996, *Feasibility of Sea and Coconut Shells as Substitute to Barium Carbonat  $BaCO^3$  in Small Scale Foundry and Heat Treadment Shop*, ISIJ International, No.2, pp. 203-209

Setyono,yud.2012. “sifat fisis dan mekanis baja karbonisasi arang kayu sengon” Tugas Akhir S1 , Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta,Surakarta.